

УДК 628.355

Студ. С. О. Стуканова

Науч. рук. доц. Р. М. Маркевич, аспирант О. С. Дубовик  
(кафедра биотехнологии и биоэкологии, БГТУ)

## **МИГРАЦИЯ ФОСФОРА В СИСТЕМЕ АЭРОТЕНК-ВТОРИЧНЫЙ ОТСТОЙНИК**

В настоящее время одной из главных проблем в области очистки сточных вод является удаление биогенных элементов – соединений азота, фосфора, серы, вызывающих эвтрофикацию водных объектов. Фосфор – один из главных биогенных элементов, является основным лимитирующим фактором эвтрофикации природных водоёмов.

В последние годы значительно увеличилась концентрация растворенных фосфатов в бытовых стоках за счет интенсивного развития новых технологий в промышленности и повсеместного применения фосфорсодержащих моющих средств.

Для удаления соединений фосфора используют биологический метод очистки сточных вод. Применение данного метода имеет свои преимущества: экологически безопасный и экономичный метод; не требуется дозирование реагентов для удаления фосфора; не происходит увеличения количества избыточного активного; нет дополнительного количества тяжелых металлов в активном иле.

Однако существует ряд недостатков: невозможность использования данного процесса при низких соотношениях  $BPK_{полн}$  к  $P_{общ}$  в поступающих сточных водах; для повышения эффективности процесса биологического удаления фосфора требуется дозирование дополнительного источника легкоокисляемого органического вещества; в зимнее время увеличивается вероятность и интенсивность процессов пенообразования [1].

В биологических процессах, как на сооружениях биологической очистки, так и в водоемах, принимающих сточные воды, участвуют растворимые биологически усваиваемые формы фосфатов. Минеральный фосфор в растворенном состоянии – это ортофосфорная кислота и ее анионы. Фосфор в бытовых сточных водах – это в основном метаболиты человека – полифосфаты органические.

Биологическая очистка сточных вод от соединений фосфора происходит благодаря его удалению с биомассой избыточного активного ила, в составе которого присутствуют бактерии, способные выделять фосфор в анаэробных условиях и накапливать его в аэробных условиях в виде полифосфатов в гранулах волютина, причем количество аккумулированного фосфора значительно превышает потребности самих бактерий. Таким образом, для реализации процесса биоло-

гического удаления фосфора, первым условием является сочетание анаэробных и аэробных зон в очистных сооружениях [2].

Благоприятные условия для биологического удаления фосфора: полное отсутствие в анаэробной зоне растворенного и химически связанного кислорода; высокое содержание летучих жирных кислот; благоприятное соотношение БПК:Р (30:1).

Целью данной работы являлось определение фосфатаккумулирующей способности активного ила Минской очистной станции (МОС-1 и МОС-2). Объектами исследования послужили циркуляционный активный ил и осветленные сточные воды после первичных отстойников.

Изначально было определено содержание фосфора фосфатного в циркуляционном активном иле, осветлённых сточных водах и иловой смеси. Отмечалось различное содержание фосфора в пробах, отобранных на МОС-1 и МОС-2 (рисунок 1).

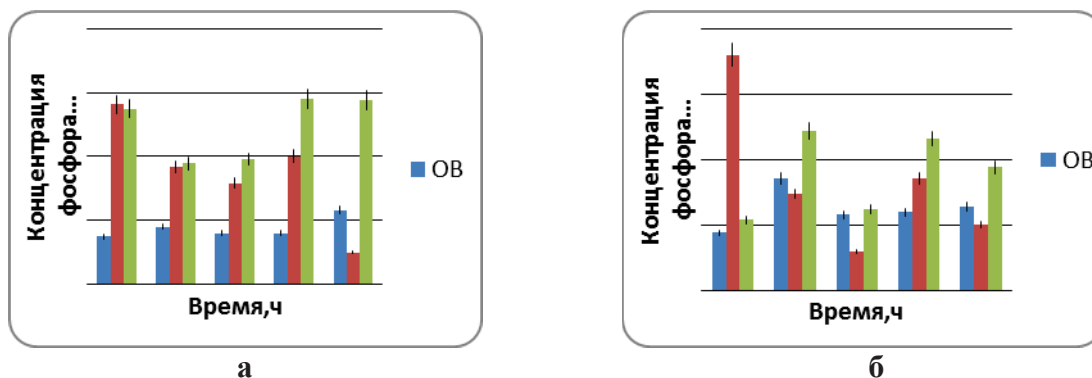


Рисунок 1 – Исходное содержание фосфора в пробах, отобранных на МОС-1 (а) и МОС-2 (б)

Из приведенных графиков видно, что сточные воды на МОС-2 поступают с более низким содержанием фосфатов, вследствие чего микроорганизмы накапливают фосфора меньше и его содержание в циркуляционном активном иле также невелико.

При смешивании циркуляционного активного ила и осветленных сточных вод наблюдалось увеличение содержания фосфатов в смеси. Данный факт можно объяснить тем, что часть фосфатов сорбирована на поверхности хлопка активного ила и смывается в результате смешивания активного ила с осветленными сточными водами.

Для определения способности активного ила выделять фосфор в воду пробы выдерживали в анаэробных условиях. Как видно из приведенных графиков, наиболее активное выделение фосфора наблюдалось в течение 1–1,5 ч. Далее иловая смесь выдерживалась в условиях аэрации. Для чего пробы были помещены на шейкер-инкубатор с частотой 160

мин<sup>-1</sup> и температурой 25°С. На протяжении 1,5 ч фосфаты, содержащиеся в жидкости, накапливались биомассой активного ила (рисунки 2).

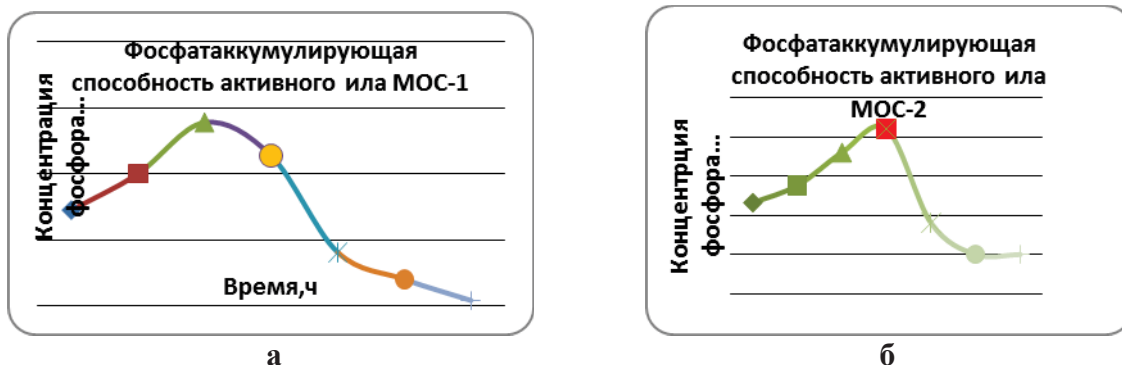


Рисунок 2 – Фосфатаккумуляционная способность активного ила МОС-1 (а) и МОС-2 (б)

Одним из факторов, влияющих на фосфатаккумуляционную способность микроорганизмов активного ила, является наличие легкодоступного органического субстрата. При проведении эксперимента в качестве источника углерода была использована уксусная кислота.

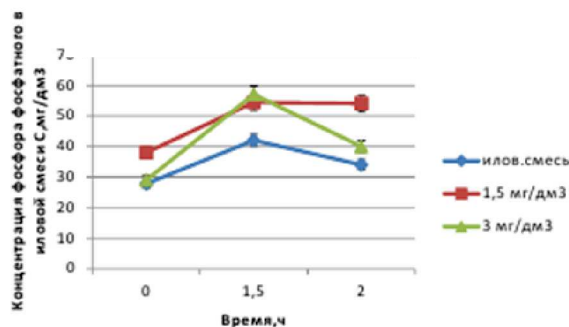


Рисунок 3 – Влияние уксусной кислоты на фосфатаккумуляционную способность активного ила

Из анализа зависимостей следует, что добавление в качестве источника углерода уксусной кислоты существенно активизировало высвобождение фосфора из биомассы активного ила. С увеличением количества легкодоступного субстрата (смесь циркуляционного активного ила и осветленных сточных вод с добавлением уксусной кислоты) процесс высвобождения фосфора ускоряется, максимальная концентрация фосфора фосфатного в жидкой фазе достигается спустя 1,5 ч.

Таким образом, из полученных данных следует, что фосфатаккумуляционные способности активного ила МОС-1 и МОС-2 сопоставимы. Часть фосфора, накопленного циркуляционным активным илом, находится внутри клеток, а часть сорбирована на поверхности хлопка. Добавление уксусной кислоты стимулирует выделение фос-

фора биомассой активного ила в окружающую среду. Спустя определенное время (0,5–1,5 ч) выдерживания иловой смеси без аэрации с целью высвобождения фосфора в окружающую среду и достижения определенного максимума, наблюдается его поглощение.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Архитектура водных технологий. Профессиональные решения. Выпуск 4. Проектирование сооружений очистки сточных вод. Способы удаления фосфора из сточных вод. Расчеты. Режим доступа: <http://www.watertec.ru> – Дата доступа: 22.04.2017.

2. Совершенствование биотехнологий удаления азота и фосфора из городских сточных вод. / Р.М. Маркевич [и др.] // Труды БГТУ. Серия 4: Химия и технология органических веществ и биотехнология. – Минск, 2016. – №4. – с. 232-238.

УДК 628.355

Студ. Т. С. Хильченко

Науч. рук. доц. Р. М. Маркевич, инж. О. В. Нестер  
(кафедра биотехнологии и биоэкологии, БГТУ)

#### **УСЛОВИЯ АГРЕГАЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД**

Биологическая очистка сточных вод в настоящее время является, практически, единственной универсальной и относительно малозатратной технологией обезвреживания загрязненных вод.

Несмотря на многолетний опыт практического использования систем биологической очистки сточных вод, повышение эффективности технологии очистки загрязненных вод является в настоящее время областью широких исследований. Среди приоритетных проблем технологии очистки сточных вод – высокая энергоемкость процессов, необходимость утилизации больших масс избыточного активного ила, трудно решаемые проблемы удаления биогенных элементов, высокая чувствительность процесса к неблагоприятным внешним факторам.

Одним из перспективных направлений повышения эффективности биологической очистки сточных вод является использование гранулированного активного ила, основными преимуществами которого являются улучшение седиментационных свойств, снижение прироста, уменьшения вспухаемости и пенообразующей способности, повышение окислительной способности и др. [1-4].

Целью исследований является выявление факторов, способствующих формированию гранул и биопленок активного ила в условиях аэрации. Объектами исследования являлись циркуляционный ак-